

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-220988

(43) 公開日 平成7年(1995)8月18日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
G 0 3 B 27/32	F			
G 0 3 F 7/20	5 2 1			
		7352-4M	H 0 1 L 21/ 30	5 1 5 D
		7352-4M		5 1 4 C
審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 6 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平6-7615

(22) 出願日 平成6年(1994)1月27日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 高橋 和弘

神奈川県川崎市中原区今井上町53番地キヤ

ノン株式会社小杉事業所内

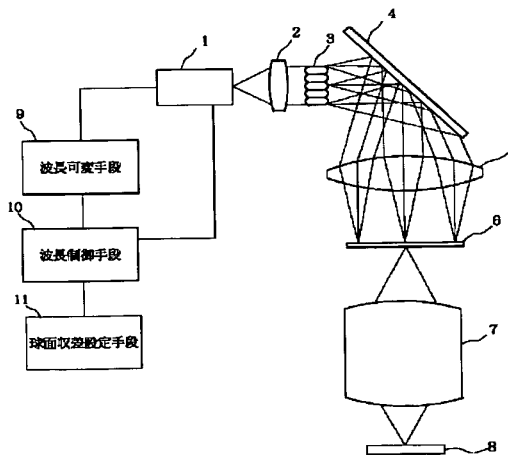
(74) 代理人 弁理士 丸島 儀一

(54) 【発明の名称】 投影露光方法及び装置及びこれを用いたデバイス製造方法

(57) 【要約】

【目的】 投影光学系の球面収差の変更を簡単できる手法／装置を提供すること。

【構成】 レチクル6のパターンを照明する光の波長を変化させる波長可変手段9と、ウェハー8上に塗布されたフォトリソの種類の投影光学系7と投影光学系7により投影されるレチクル6上のパターンの線幅の組み合わせを考慮して前記投影光学系7の球面収差量を設定する球面収差設定手段11と、前記球面収差設定手段11で設定された球面収差に応じて前記波長変更手段9により前記照明手段の光の波長を制御する波長制御手段10を有し、前記照明手段の光の波長を制御することにより投影光学系7の球面収差を変え、調整する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1物体のパターンを第2物体上に投影する投影光学系を有する投影露光装置において、前記第1物体面のパターンを光で照明する照明手段と、前記照明手段の光の波長を変化させる波長変更手段と、前記投影光学系の球面収差を設定する球面収差設定手段と、前記球面収差設定手段で設定された球面収差に応じて前記波長変更手段により前記照明手段の光の波長を制御する波長制御手段を有することを特徴とする投影露光装置。

【請求項2】 前記照明手段は光源としてバンド幅の狭い光を発する狭帯域化レーザを備えることを特徴とする請求項1記載の投影露光装置。

【請求項3】 前記レーザは発振波長が可変なレーザであり、前記波長変更手段は前記レーザに作用して前記照明手段の光の波長を変化させることを特徴とする請求項2の投影露光装置。

【請求項4】 前記光の波長変化によって生じる前記投影光学系の球面収差以外の光学性能を補正する光学性能補正手段を有することを特徴とする請求項1、2記載の投影露光装置。

【請求項5】 前記光学性能補正手段は、前記投影光学系の焦点位置と倍率のうちの少なくとも一方の補正を行なうことを特徴とする請求項3記載の投影露光装置。

【請求項6】 前記光学性能補正手段は、前記投影光学系の焦点位置の補正を行なうことを特徴とする請求項3記載の投影露光装置。

【請求項7】 前記光学性能補正手段は、前記投影光学系の倍率の補正を行なうことを特徴とする請求項4、6の投影露光装置。

【請求項8】 請求項1乃至請求項6のいずれかの投影露光装置を用いてデバイスパターンを基板上に転写する段階を含むデバイス製造方法。

【請求項9】 照明光で照明される第1物体のパターンを投影光学系により第2物体上に投影する投影露光方法において、前記照明光の波長を変えることにより前記投影光学系の球面収差を所望の状態に設定することを特徴とする投影露光方法。

【請求項10】 前記光の波長変化によって生じる前記投影光学系の球面収差以外の光学性能を補正するとを特徴とする請求項9の投影露光方法。

【請求項11】 前記光の波長変化によって生じる前記投影光学系の焦点位置と倍率のうちの少なくとも一方の補正を行なうことを特徴とする請求項10記載の投影露光方法。

【請求項12】 前記投影光学系の焦点位置の補正を行なうことを特徴とする請求項11記載の投影露光方法。

【請求項13】 前記投影光学系の倍率の補正を行なうことを特徴とする請求項11、12の投影露光方法。

【請求項14】 請求項9乃至請求項13のいずれかの

投影露光方法を用いてデバイスパターンを基板上に転写することを特徴とするデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ICやLSI等の半導体デバイスやCCD等の撮像デバイスや液晶パネル等の表示デバイスや磁気ヘッド等のデバイスを製造するために使用される投影露光装置及びこれを用いて前記各種デバイスを製造するデバイス製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】IC、LSI等の半導体デバイスの高集積化がますます加速度を増しており、これに伴う半導体ウエハの微細加工技術の進展も著しい。この微細化高技術の中心をなす投影露光技術は、現在、0.5 μm 以下の寸法の像を形成するべく解像度の向上が図られている。解像度の向上は、露光装置の投影光学系の高NA化や露光光の短波長化を行なう事によって対応しているが、同時に、残留収差を非常に小さく抑える必要がある。

【0003】しかしながら、投影光学系のNAが大きくなったとき露光波長が短くなると、焦点深度が浅くなり、収差が完全でない理想的な状態においても、レジスト内部でのデバイスパターンのデフォーカスの影響によって、図2に示す様に、レジスト内の像（レジスト像）の寸法がウエハの光軸方向の位置によって変化する。

【0004】これは、例えば、OPTICAL ENGINEERING (December 1992) vol. 31 No. 12の2657頁～2664頁に詳しく記載されている。この論文によれば、球面収差を0ではない所定の量だけ発生させることによって、デフォーカスに対するレジスト像の寸法変化を小さくすることができる。

【0005】しかしながら、デフォーカス量とレジスト像の寸法の関係は、使用するレジストの種類によって変わってくる。寸法の変化を最小にする球面収差の値は、ポジ型のレジストとネガレジストでは、符号さえ違ってしまふ。このため、種々のレジストに対して寸法の変化量を小さく抑えるためには、使用するレジストに合わせて球面収差を調整する必要がある。

【0006】

【発明が解決しようとしている課題】球面収差を調整する方法として、例えば、投影光学系の像面近傍に配置された平行平板を交換し、平行平板の厚さを変える方法がある。

【0007】一般に、リソグラフィ工程に使用される投影光学系は、極めて高い組み立て精度が要求されており、平行平板の交換を行う場合の、傾き偏心を高精度で調整する必要があり、交換と調整に時間がかかったり、構造が複雑になってしまう。そこで簡単に球面収

差を調整できる方法／装置が要望されている。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の目的は、比較的簡単に球面収差を所望の状態に設定できる投影露光方法及び装置及びこれを用いたデバイス製造方法を提供することである。

【0009】この目的を達成するために、本発明の投影露光方法及びこれを用いたデバイス製造方法では、照明光で照明される第1物体のパターンを投影光学系により第2物体上に投影する投影露光方法において、前記照明光の波長を変えることにより前記投影光学系の球面収差を所望の状態に設定することを特徴としており、波長を変えて球面収差を変えるので、比較的簡単に所望の球面収差を設定できる。

【0010】この目的を達成するために、本発明の投影露光装置及びこれを用いたデバイス製造方法では、第1物体のパターンを第2物体上に投影する投影光学系を有する投影露光装置において、前記第1物体面のパターンを光で照明する照明手段と、前記照明手段の光の波長を変化させる波長変更手段と、前記投影光学系の球面収差を設定する球面収差設定手段と、前記球面収差設定手段で設定された球面収差に応じて前記波長変更手段により前記照明手段の光の波長を制御する波長制御手段を有することを特徴としており、前記照明手段の光の波長を変化させる波長変更手段と、前記投影光学系の球面収差を設定する球面収差設定手段と、前記球面収差設定手段で設定された球面収差に応じて前記波長変更手段により前記照明手段の光の波長を制御する波長制御手段を有するので、簡単に投影光学系の球面収差を設定することが可能である。

【0011】本発明の他の目的は、更に投影露光時の解像力を上げることにあり、この目的を達成すべく、本発明の好ましい形態は、照明手段の光源として、発振波長を可変にできる波長可変手段を有する、狭帯域レーザを使用することにより、球面収差を変えられるだけでなく、バンド幅の狭いレーザ光を用いて投影光学系の色収差の発生を小さくすることにより解像力を上げる。

【0012】本発明の更に別の目的は、光の波長変化による投影露光装置の結像性能の低下を抑えることにあり、本発明の好ましい形態では、光の波長変化により生じる、投影光学系の球面収差以外の光学性能を補正することにより投影露光装置の結像性能の低下を抑えているし、本発明の別の好ましい形態では光の波長変化により生じる、投影光学系の焦点位置の変化を補正することにより第1物体のパターンが第2物体上にデフォーカスして転写されないようにし、本発明の別の好ましい形態では光の波長変化により生じ

る、投影光学系の焦点位置と倍率の変化を補正することにより第1物体のパターンが第2物体上にデフォーカスして転写されず且つ第2物体上のパターンとの重ね合わせのずれが生じないようにする。

【0013】

【実施例】図1は本発明の第1実施例を示す概略構成図であり、ICやLSI等の半導体デバイスやCCD等の撮像デバイスや液晶パネル等の表示デバイスや磁気ヘッド等の各種デバイスを製造するために用いられる投影露光装置を示す。

【0014】図1において、光源1から発した照明光束は正レンズ2によってフライアイレンズ3の入射面の所定の範囲に集光せしめられる。フライアイレンズ3は複数のレンズから構成されており、フライアイレンズ3の光射出面を2次光源として発した多数の光束は、折曲げミラー4によって光路が90度下方に曲げられてから、コンデンサーレンズ5によって被照射面であるレチクル6上に重畳され、これによりレチクル6の被照射面が照度で照明される。

【0015】照明されたレチクル6上のデバイスパターンは投影光学系7によってウエハー8上に投影され、このデバイスパターンの像がウエハー8上に形成されウエハー8のレジストに転写される。投影光学系7は屈折系（レンズ）のみ、或は屈折系と反射系（ミラー）との組み合わせで構成されている。

【0016】波長可変（変更）手段9は、光源1から発する波長を変化させる働きがある。本実施例では、球面収差設定手段11を用いて、ウエハー8上に塗布されたフォトリソの種類の、投影光学系7の（球面収差に係る情報）と、投影光学系7により投影されるレチクル6上のパターンの線幅の組み合わせによりあらかじめ決定されている球面収差の値を、自動的または手動で入力する。

【0017】図2は、先に述べたが、ある球面収差が生じている条件下でレチクル6のパターンをウエハー8上に投影露光し、現像した結果得られたレジスト像の線幅対焦点位置の関係を示したグラフであり、縦軸はレジスト像の寸法、横軸はウエハー8が露光された焦点位置を示し、プラス方向のデフォーカスはウエハー8が投影光学系7から離れる方向である。

【0018】図2中の実線は球面収差が0の場合の線幅変化で、点線のカーブは球面収差が所定量aだけ発生している場合の線幅変化をそれぞれ示している。このように特性を有するレジストを使用してレチクルパターンの投影露光を行なう場合は、投影光学系7の球面収差の値をaと設定することで、デフォーカスに対する線幅の変化を最小にすることができる。

【0019】図1において、球面収差と線幅変化の関係が図2のような場合には、球面収差設定手段11から球面収差量としてaという値を入力する。

【0020】球面収差設定手段11からの信号は波長制御手段10に送られる。波長制御手段10では、投影光学系7の球面収差(量)と波長の関係をあらかじめ記憶されており、球面収差設定手段11からの信号に応じて、光源1の出力波長をどのような値にするか検出または計算する。

【0021】波長可変手段9は、光源1の波長が波長制御手段10で計算された波長となるように不図示の波長選択部材を調整する。波長制御手段10は、光源1が射出する光束の一部の光の波長をモニターして、光源1の出力波長が、波長設定手段10で計算された波長になる様に、波長可変手段9に調整の信号を出力する。

【0022】図3に、光源1と波長可変手段9の一実施例を示す。

【0023】図3において、光源1は狭帯化されたレーザー光源である。レーザーチューブ100の中にはレーザー発振を行うガスや電極が封入されている。出力ミラー101は所定の透過率を有しており、レーザー光を出力すると共に、共振器の一部を構成している。レーザー光のスペクトルの波長選択と狭帯化を行う光学部材が、プリズム102と回折格子103であり、レーザーの中心波長の制御は回折格子103の角度を調整することによって行われる。波長可変手段9は回折格子103を駆動する機構を有し、波長制御手段10からの信号に応じて回折格子103の角度を調整して中心波長を変化させる。

【0024】出力ミラー101を透過したレーザー光は、ハーフミラー104によって一部の光束が90°折れ曲げられ、波長モニター部105に入射する。波長モニター部105は、例えば、エタロン等から構成された分光器を備え、レーザーの中心波長を計測する。波長モニター部105からの中心波長を指し示す信号は、波長制御手段10に送られ、波長制御手段10では、中心波長が設定波長になる様に波長可変手段9に指令を送る。

【0025】本実施例は照明光で照明されるレチクル6のパターンを投影光学系11によりウエハー8上に投影する際に前記照明光の波長を変えることにより前記投影光学系の球面収差を所望の状態に設定することを特徴としており、波長を変えて球面収差を変えるので、比較的簡単に所望の球面収差を設定できる。

【0026】即ち本投影露光装置は、レチクル6のパターンを照明する光の波長を変化させる波長可変手段9と、前記投影光学系の球面収差量を設定する球面収差設定手段11と、前記球面収差設定手段11で設定された球面収差に応じて前記波長可変手段9により前記照明手段の光の波長を制御する波長制御手段10を有するので、簡単に投影光学系の球面収差を設定することが可能である。

【0027】また本投影露光装置は、光源として、発振波長を可変にできる波長可変手段9を有する狭帯化レーザーを使用しているので、バンド幅の狭いレーザー光を用い

ることにより屈折光学素子を含む投影光学系7の色収差の発生を小さくでき、従って装置の解像力を上げることができる。

【0028】図4は本発明の第2の実施例を示した概略構成図である。本実施例の基本的な構成は、図1に示した第1の実施例と同じであるが、本第2実施例では、光源1からの光の波長が変化したことによって生じる球面収差以外の投影光学系7の光学性能を補正する手段を有する、ICやLSI等の半導体デバイスやCCD等の撮像デバイスや液晶パネル等の表示デバイスや磁気ヘッド等の各種デバイスを製造するために用いられる投影露光装置について説明する。

【0029】図4において、光源1からウエハー8までの構成は図1で示した第1実施例と同じである。また、波長可変手段9と球面収差設定手段11も第1実施例と同じである。但し、波長制御手段10は、光源1の出力波長を求めて波長可変手段9に波長を指し示す信号を送るとともに、光源1の波長が変化することによって変化する投影光学系7の光学性能の変化量も計算する。

【0030】ウエハー8の光軸方向の位置(面位置、高さ)は、焦点位置検出手段20により計測される。焦点位置検出手段20は検出用のスポット状またはシート状の光によりウエハー8上の所定の領域を照射する発光部21と、ウエハー8によって反射された発光部21からの光束を受光し、受光された光束のディテクター上の位置から、ウエハー8の光軸方向の位置を検出する検出部22から構成される。

【0031】波長制御手段10で計算された波長の変化によるベストフォーカス位置の変化量は、焦点位置補正手段23にオフセットとして与えられる。検出部22は、通常は、球面収差が0の時に、ディテクターの中心にウエハー8からの反射光が集光するように調整されているが、光源1の波長を変えて、球面収差を所定の値だけ発生させた場合は、前記オフセットを考慮して、ウエハー8のZステージ24を駆動させて、投影光学系7のベストフォーカス位置へむけてウエハー8を光軸に添って移動させる。

【0032】焦点位置補正手段23は、上記方法に限定されたものではなく、これ以外にも、例えば、検出部22上の光束の集光位置を直接調整するようなものや投影光学系の焦点距離を変えるものでも良い。また焦点位置検出手段は光学式のほかに、空気圧を測定する方法や、静電容量センサーを用いてもよい。

【0033】波長制御手段10で計算された、光源1の出力波長の変化による投影光学系7の投影倍率の変化量は、倍率補正手段73に送られる。図4の実施例において、投影光学系7の投影倍率は、投影光学系7内のレチクル6に近いレンズ71を、光軸に沿って移動させることによって補正される。倍率補正手段73は、前記投影倍率の変化量に応じて、レンズ駆動手段72によって倍

率調整用のレンズ71を駆動する。

【0034】投影光学系7の投影倍率を調整する方法としては、レチクル6側のレンズ71を駆動する方法の他に、例えば、特定のレンズ間の圧力を変えるなどの方法で気体の屈折率を制御しても良い。また、投影光学系7の物体側がテレセントリックでない場合は、レチクル6を光軸方向に駆動してもよい。

【0035】図4では焦点位置や倍率の変化量を波長制御手段10で計算する実施例を示したが、例えば、ウエハステージ24上に基準パターンを設け、投影光学系7を介してレチクル6側に逆投影した前記基準パターンの像の位置を計測して、直接、投影光学系7のベストフォーカス位置や投影倍率を測定する方法もあり、より精度の高い焦点位置や倍率の検出が行なえる。

【0036】本実施例では焦点位置と投影倍率の補正を行なっているが、必要に応じて焦点位置だけ、投影倍率だけ補正するよう構成してもいい。

【0037】本実施例では、球面収差を所望の値に簡単に設定できる上に、光の波長変化により生じる、投影光学系の焦点位置と倍率の変化を補正することによりレチクルパターンがウエハ上にデフォーカスして転写されず且つ第2物体上のパターンとの重ね合わせのずれが生じない。

【0038】球面収差入力手段11で所望の球面収差を設定するには、キーボード12から直接入力する方法がある。また、レチクル6に露光に関するパラメータを示すバーコードを設け、その中に球面収差の条件を設定し、レチクル6を露光装置にロードする時に、不図示のバーコードリーダーからレチクル6のバーコードを読み取って球面収差情報を検出してもよい。

【0039】本発明は、ウエハ8をステップさせながら逐次露光するステッパーや、レチクル6とウエハ8を同期させて走査しながら順次露光するステップアンドスキャン方式の露光装置に使用される。

【0040】

【発明の効果】以上、本発明によれば、投影光学系の球面収差を簡単な方法で可変にできるので、種々のレジストに対して、常に線幅変化が最小になる条件で露光することが可能になる。

【0041】特に、本発明の投影露光装置及びこれを用いたデバイス製造方法では、第1物体のパターンを第2物体上に投影する投影光学系を有する投影露光装置において、前記第1物体面のパターンを光で照明する照明手段と、前記照明手段の光の波長を変化させる波長変更手段と、前記投影光学系の球面収差量を設定する球面収差設定手段と、前記球面収差設定手段で設定された球面収差に応じて前記波長変更手段により前記照明手段の光の

波長を制御する波長制御手段を有することを特徴としており、簡単に投影光学系の球面収差を設定することが可能である。

【0042】また発明の好ましい形態は、照明手段の光源として、発振波長を可変にできる波長可変手段を有する、狭帯化レーザを使用することにより、球面収差を変えられるだけでなく、バンド幅の狭いレーザ光を用いて投影光学系の色収差の発生を小さくすることにより解像力を上げることができる。

【0043】また本発明の好ましい形態では、光の波長変化により生じる、投影光学系の球面収差以外の光学性能を補正することにより投影露光装置の結像性能の低下を抑えている。

【0044】また本発明の別の好ましい形態では光の波長変化により生じる、投影光学系の焦点位置の変化を補正することにより第1物体のパターンが第2物体上にデフォーカスして転写されないようにできる。

【0045】本発明の別の好ましい形態では光の波長変化により生じる、投影光学系の倍率の変化を補正することにより第1物体のパターンと第2物体上のパターンとの重ね合わせのずれが生じないようにできる。

【0046】また本発明の別の好ましい形態では光の波長変化により生じる、投影光学系の焦点位置と倍率の変化を補正することにより第1物体のパターンが第2物体上にデフォーカスして転写されず且つ第2物体上のパターンとの重ね合わせのずれが生じないようにできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例を示す図。

【図2】球面収差と、デフォーカスに対する線幅変化の関係の一例を示す図。

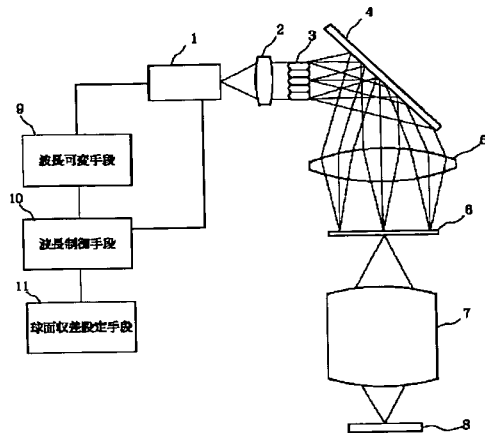
【図3】第1実施例において、光源を狭帯化したレーザとした場合の、波長可変手段の例を示した図。

【図4】本発明の第2実施例を示す図。

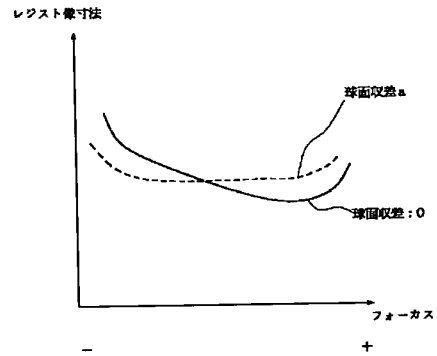
【符号の説明】

- 1 光源
- 2 正レンズ
- 3 フライアイレンズ
- 4 折り曲げミラー
- 5 コンデンサーレンズ
- 6 レチクル
- 7 投影光学系
- 8 ウエハ
- 9 波長可変手段
- 10 波長制御手段
- 11 球面収差設定手段
- 20 焦点位置検出手段

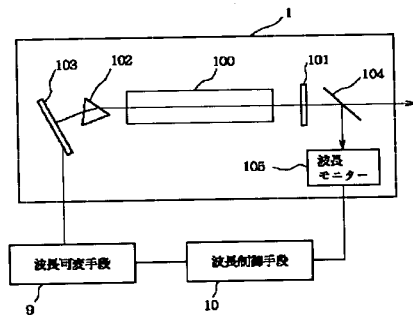
【図1】



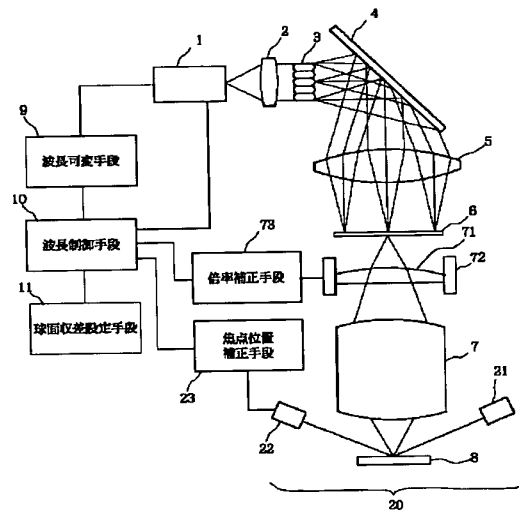
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号
7352-4M

F I

H O 1 L 21/30

5 2 7

技術表示箇所